

**ZESZYTY NAUKOWE NR 3(75)
AKADEMI MORSKIEJ
SZCZECIN 2004**

PRACE WYDZIAŁU Nawigacyjnego

Wiktor Włodarczyk

Ocena efektywności optymalizacji parametrów dróg wodnych

Słowa kluczowe: ocena efektywności, inżynieria ruchu morskiego, analiza kosztów i korzyści (AKK).

Optymalizacja parametrów dróg wodnych polega na określeniu najlepszych wzajemnych relacji statku i akwenu w konkretnych warunkach hydrometeorologicznych. Jednak budowa, modernizacja czy remont danego elementu drogi wodnej wymaga weryfikacji już na etapie projektowania. Weryfikacji takiej można dokonać poprzez ocenę efektywności projektu. Autor w artykule tym zaproponował metodę oceny efektywności dróg wodnych opartą na analizie kosztów i korzyści.

Efficiency Evaluation of Waterways' Parameters Optimisation

Keywords: efficiency evaluation, marine traffic engineering, cost benefit assessment (CBA).

Waterways' parameters optimisation consists in determining the best relationships between the vessel and the body of water in specific hydro-meteorological conditions. But building, modernisation or repair of a given waterway's element requires verification already on the design level. Such verification may be carried out using the efficiency evaluation of the project. The author of the article proposed the method of the efficiency evaluation of waterways' parameters using the cost benefit analysis.

Wstęp

Decyzje dotyczące:

- budowy lub modernizacji dróg wodnych,
- budowy statków przeznaczonych do żeglugi na określonych drogach wodnych,
- zasad eksploatacji dróg wodnych,

podejmowane są w oparciu o analizę ryzyka ekonomicznego. Analiza taka polega na ustaleniu wariantów eksploatacyjnych budowanej lub modernizowanej drogi wodnej i porównaniu ich przy pomocy ryzyka ekonomicznego [1].

Wymienione wyżej rodzaje decyzji mają charakter decyzji inwestycyjnych i można je podzielić na dwie grupy:

- decyzje mające na celu akceptację lub odrzucenie danego projektu,
- decyzje mające na celu wybór jednego, najlepszego z ekonomicznego punktu widzenia projektu spośród kilku zaproponowanych rozwiązań.

Oczywiście przy podejmowaniu decyzji należy przyjąć jakieś kryterium lub kryteria. Przy ocenie efektywności optymalizacji parametrów dróg wodnych jako kryterium można zastosować stosunek kosztów danego projektu do spodziewanych korzyści wynikających z wprowadzenia go w życie. Możliwość taką daje nam metoda analizy kosztów i korzyści (AKK, z ang. Cost Benefit Analysis – CBA).

1. Analiza kosztów i korzyści (CBA – *Cost Benefit Analysis*)

Pierwszym krokiem analizy jest sformułowanie problemu, co pozwala na ustalenie stanu wyjściowego i zamierzonych celów. Następnie należy określić możliwe rozwiązania pozwalające na uzyskanie określonych wcześniej celów. Po tym etapie powinniśmy mieć do wyboru konkurencyjne projekty. Kolejnym krokiem jest określenie i oszacowanie kosztów związanych z poszczególnymi rozwiązaniami i korzyści wynikających z wprowadzenia ich w życie. Porównania kosztów i korzyści z poszczególnych projektów można dokonać przy pomocy różnych metod ekonomicznych używanych powszechnie przy ocenie efektywności projektów inwestycyjnych.

1.1. Metody oceny efektywności przedsięwzięć

Projekt inwestycyjny można oceniać za pomocą dwóch grup metod analizy finansowej. Wyróżnia się [2]:

- metody proste (statyczne, niedyskontowe),
- metody rozwinięte (złożone, dynamiczne, rozszerzone, dyskontowe).

Do metod prostych zaliczyć można:

- prostą stopę zwrotu nakładów inwestycyjnych,
- przeciętną stopę zwrotu nakładów inwestycyjnych,
- okres zwrotu nakładów inwestycyjnych.

Najczęściej spotykanymi metodami złożonymi są:

- wartość zaktualizowana netto (NPV – *Net Present Value*),
- wskaźnik wartości zaktualizowanej netto (NPVR – *Net Present Value Ratio*),
- wewnętrzna stopa zwrotu (IRR – *Internal Rate of Return*),
- zmodyfikowana wewnętrzna stopa zwrotu (MIRR – *Modified Internal Rate of Return*).

Metody proste mogą być wykorzystywane do oceny projektów o krótkim okresie realizacji i późniejszej eksploatacji. W przypadku bardziej skomplikowanych projektów mogą one pełnić jedynie funkcje mierników wstępnych. Główną wadą metod prostych jest nie uwzględnianie zmiany wartości pieniądza w czasie, co dyskryminuje te metody w przypadku analizy efektywności inwestycji związanych z modernizacją lub budową dróg wodnych. Ze względu na specyfikę takich inwestycji, które często przebiegają etapowo, a eksploatacja rozpatrywana jest w długich okresach czasu (rzędu dziesięcioleci), metody proste nie znajdują tutaj zastosowania.

Aby dodatkowo uzasadnić celowość stosowania metod złożonych należy przedstawić wpływ czasu na zmianę wartości pieniądza. Głównym czynnikiem wpływającym na spadek wartości pieniądza w czasie jest inflacja, czyli spadek siły nabywczej pieniądza, czego przejawem jest wzrost cen. Tak więc 100 PLN dzisiaj ma w warunkach inflacji większą wartość niż 100 PLN za rok. Po drugie mając wspomniane wcześniej 100 PLN dzisiaj mogę włożyć je na lokatę bankową, oprocentowaną powyżej inflacji lub zainwestować w jeszcze bardziej rentowne przedsięwzięcie. W takim wypadku obserwujemy jeszcze większy spadek wartości pieniądza w czasie. Dlatego też zanim porównamy ze sobą koszty i korzyści wynikające z danego projektu w różnych latach lub szacowane efekty projektów w konkurencyjnych projektach musimy sprowadzić je do jednego punktu czasowego. Zazwyczaj jest to czas podejmowania decyzji o inwestycji. Sprowadzanie strumieni przyszłych kosztów i korzyści do jednego punktu czasu przy użyciu odpowiedniego współczynnika (stopy dyskontowej) nazywa się dyskontowaniem, a efektem tego procesu jest uzyskanie aktualnych wartości przyszłych kosztów i korzyści.

Inwestycje związane z budową lub modernizacją drogi wodnej są zazwyczaj finansowane z kredytów długoterminowych i w tym przypadku koszt pozyskania kapitału, czyli oprocentowanie takiego kredytu wydaje się być najlepszą miarą zmiany wartości pieniądza w czasie a zarazem stopą dyskontową.

Cechą metod złożonych (rozwinętych) jest właśnie uwzględnianie zmiany wartości pieniądza w czasie. Złożoną metodą najczęściej używaną przy ocenie efektywności projektów związanych z gospodarką morską jest metoda oparta na zaktualizowanej wartości netto projektu (NPV – *Net Present Value*). Wartość zaktualizowana netto projektu jest określana jako różnica pomiędzy zdyskontowanymi korzyściami i zdyskontowanymi kosztami oddzielnie dla każdego roku eksploatacji przedmiotu projektu.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{K_t}{(1+k)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+k)^t} \quad (1)$$

gdzie:

K_t – koszty w roku t ;

B_t – korzyści w roku t ;

k – stopa dyskontowa.

Informacje, jakie można uzyskać z wartości NPV:

NPV > 0 – inwestycja jest opłacalna,

NPV = 0 – inwestycja znajduje się na granicy opłacalności,

NPV < 0 – inwestycja nieopłacalna.

Przy porównywaniu alternatywnych projektów NPV jest zazwyczaj najlepszą metodą – wybieramy ten projekt, dla którego NPV przyjmuje większą wartość. Podstawową wadą omówionej metody jest przyjęcie niezmiennej, stałej stopy dyskontowej w całym analizowanym okresie. Jednak w przypadku finansowania inwestycji kredytem długoterminowym o stałym oprocentowaniu (o czym wcześniej wspomniano) nie będzie błędem założenie, że koszt kapitału jest stały.

1.2. Cechy metody analizy kosztów i korzyści (AKK)

Główną cechą charakterystyczną metody analizy kosztów i korzyści jest konieczność przedstawienia szacowanych efektów projektu w formie wartości pieniężnej. W zależności od punktu widzenia może być to traktowane jako wada lub zaleta omawianej metody. Z jednej strony fakt ten ułatwia porównanie efektów i daje czytelny, jednoznaczny wynik analizy. Z drugiej jednak strony pojawiają się trudności z szacowaniem na przykład ekonomicznego wymiaru poprawy wizerunku portu po modernizacji drogi wodnej lub wpływu budowy czy modernizacji drogi wodnej na środowisko naturalne albo na sytuację społeczno-gospodarczą regionu. Na problemy tego typu należy zwrócić szczególną uwagę, aby założenia przy analizie jak najbardziej odzwierciedlały rzeczywisty stan rzeczy.

Brak możliwości wyrażenia wszystkich kosztów lub korzyści w postaci pieniądza nie dyskryminuje AKK jako metody służącej do wyboru najlepszego projektu spośród rozwiązań alternatywnych, ponieważ przy rozpatrywaniu każdego z nich te same elementy w jednakowy sposób będą uwzględnione i szacowane.

1.3. Model AKK

Analiza kosztów i korzyści wymaga postępowania zgodnie z poniższym schematem:

- a) sformułowanie problemu,
- b) określenie możliwych rozwiązań (konkurencyjnych projektów),
- c) określenie i oszacowanie kosztów dla poszczególnych projektów,
- d) identyfikacja i oszacowanie korzyści wynikających z poszczególnych projektów,
- e) porównanie kosztów i korzyści dla poszczególnych projektów,
- f) wybór najlepszego projektu.

Jak już wspomniano wcześniej, analiza kosztów i korzyści może mieć na celu akceptację lub odrzucenie danego projektu lub wybór jednego, najlepszego z ekonomicznego punktu widzenia, projektu spośród kilku zaproponowanych rozwiązań. Mając na uwadze specyfikę inwestycji związanych z remontem czy modernizacją dróg wodnych lub ich elementów, można spodziewać się, że nie będzie tutaj problemem nadmiar możliwych rozwiązań, a najlepszym projektem będzie ten, dla którego wartość zaktualizowana netto (NPV) będzie największa. Dlatego ostatecznie można zapisać kryterium wyboru projektu jako:

$$\text{NPV} \rightarrow \max \quad (2)$$

1.4. Określenie możliwych opcji (alternatywnych)

Inwestycje związane z budową lub modernizacją dróg wodnych mogą dotyczyć:

- a) szerokości toru wodnego,
- b) głębokości toru wodnego,
- c) promienia zakola toru wodnego,
- d) promienia obrotnicy i jej lokalizacji,
- e) wymiarów i lokalizacji kotwicowiska,
- f) umocnienia skarpy i nabrzeża,
- g) systemu określania pozycji,
- h) kierunku nabrzeża,
- i) ukształtowania wejścia do portu i basenu portowego,

- j) oznakowania drogi wodnej,
- k) systemu kontroli ruchu statków.

Określenie możliwych opcji (projektów alternatywnych) w zależności od rodzaju planowanej inwestycji może dotyczyć jednego z wymienionych powyżej zagadnień np. szerokości toru wodnego. W takim przypadku problemem będzie jedynie określenie optymalnej z ekonomicznego punktu widzenia szerokości toru wodnego. Może również się okazać, że planowana inwestycja dotyczy kilku z wymienionych powyżej elementów i wówczas proponowane rozwiązania mogą różnić się sposobami osiągnięcia danego celu. Na przykład ilość awarii nawigacyjnych można zmniejszyć poprzez poszerzenie toru bądź przez zastosowanie dokładniejszego i bardziej wiarygodnego systemu określania pozycji. Na etapie tym powinno się rozważyć wszystkie możliwe opcje, także biorąc pod uwagę czasy manewrów statków, co pozwoli na uwzględnienie przepustowości portu czy toru wodnego.

2. Identyfikacja i estymacja kosztów

Koszty związane z budową lub modernizacją dróg wodnych K można zapisać w postaci sumy kosztów:

$$K = K_I + K_E + K_A \quad (3)$$

gdzie:

- K_I – koszty inwestycji,
- K_E – koszty eksploatacji,
- K_A – koszty awarii.

2.1. Koszty inwestycji

Koszty inwestycji można przedstawić w następującej postaci:

$$K_I = k_{pp} + \sum_{j=1}^s k_{mrj} \quad (4)$$

gdzie:

- k_{pp} – koszty prac projektowych;
- k_{mrj} – koszty materiałów i robót dla j -tego przypadku [3]:
 - k_{mr1} – koszty materiałów i robót w przypadku prowadzenia prac pogłębiarskich;
 - k_{mr2} – koszty materiałów i robót w przypadku budowy znaków nawigacyjnych;

k_{mr3} – koszty materiałów i robót w przypadku budowy nabrzeża określonego typu wraz z urządzeniami odbojowymi;

k_{mr4} – koszty materiałów i robót w przypadku budowy falochronu określonego typu lub wrót śluzy;

k_{mr5} – koszty materiałów i robót w przypadku umacniania dna danego typu.

W przypadku pogłębiania lub poszerzania toru wodnego koszty te zależą od ilości i rodzaju urobku, który należy wydobyć aby uzyskać projektowaną głębokość lub szerokość toru wodnego czy basenu portowego. W takim wypadku k_{mr1} przyjmie postać:

$$k_{mr1} = a \cdot w \quad (5)$$

gdzie:

a – jednostkowy koszt wydobycia 1 m³ urobku (zależy również od rodzaju dna),

w – ilość wydobytego urobku podczas prac pogłębiarskich.

Koszty związane z budową znaków nawigacyjnych można przedstawić jako:

$$k_{mr2} = c \cdot r \quad (6)$$

gdzie:

c – jednostkowy koszt budowy znaku nawigacyjnego,

r – ilość znaków nawigacyjnych w systemie.

W przypadku prac związanych z budową nabrzeża lub jego modernizacją koszty te można zapisać w następującej formie:

$$k_{mr3} = d \cdot l \quad (7)$$

gdzie:

d – jednostkowy koszt budowy lub modernizacji metra bieżącego nabrzeża określonego typu wraz z urządzeniami odbojowymi,

l – długość nabrzeża.

Koszty wynikające z budowy lub modernizacji falochronu bądź wrót śluzy można przedstawić w następującej postaci:

$$k_{mr4} = e \cdot y \quad (8)$$

gdzie:

- e – jednostkowy koszt metra bieżącego falochronu określonego typu lub wrót śluzy,
- y – długość falochronu lub wrót śluzy.

Koszty umocnienia dna zależą od powierzchni przeznaczonej do umocnienia i rodzaju dna:

$$k_{mr5} = f \cdot s \quad (9)$$

gdzie:

- f – jednostkowy koszt umocnienia 1 m² dna określonego typu,
- s – powierzchnia dna o umocnieniu danego typu.

Koszty prac projektowych k_{pp} zależą przede wszystkim od rodzaju i rozmiarów planowanej inwestycji (budowa nowej drogi wodnej, modernizacja czy remont już istniejącej).

2.2. Koszty eksploatacji

Koszty eksploatacji związane są z bieżącymi wydatkami mającymi na celu utrzymanie określonych parametrów drogi wodnej. Można je przedstawić w następującej postaci:

$$K_E = \sum_{j=1}^3 k_{ej} \quad (10)$$

gdzie:

- k_{ej} – koszty eksploatacji j -tego elementu drogi wodnej:
- k_{e1} – koszty pogłębiania toru wodnego wynikające z konieczności utrzymywania określonej głębokości pomniejszanej permanentnie osadami nanoszonymi przez rzekę;
- k_{e2} – koszty konserwacji urządzeń hydrotechnicznych;
- k_{e3} – koszty utrzymywania oznakowania nawigacyjnego.

2.3. Koszty awarii nawigacyjnej

Najogólniej można stwierdzić, że akwen ograniczony jest to obszar wodny, na którym występują czynniki zmniejszające możliwość swobodnego wyboru drogi przez statek [4], przy czym wystąpienie pewnej ilości takich czynników powoduje znaczny wzrost prawdopodobieństwa wypadku (awarii nawigacyjnej). To właśnie wyższa możliwość wystąpienia awarii wyróżnia akwen ograniczony

od pozostałych. Szczególnym typem akwenu ograniczonego jest akwen portowy. Podstawową jego cechą jest mały stosunek szerokości i głębokości tego akwenu do szerokości i zanurzenia statku. Ponadto można określić następujące grupy czynników znacznie wpływających na manewrowanie statku, a tym samym na prawdopodobieństwo awarii nawigacyjnej. Są to:

- warunki hydrometeorologiczne,
- ruch innych jednostek pływających,
- przeszkody nawigacyjne,
- dostępne systemy określania pozycji i systemy nadzoru i regulacji ruchu,
- morskie budowle hydrotechniczne (falochrony, nabrzeża, pomosty itp.).

W związku z powyższym awarie nawigacyjne na akwenach portowych mogą mieć różne przyczyny i różny charakter. Można tu wyróżnić [5]:

- wejście na mieliznę (gdy głębokość akwenu jest mniejsza od zanurzenia statku),
- uderzenie w element brzegowy (gdy głębokość akwenu jest większa od zanurzenia statku),
- kolizja z inną jednostką pływającą będącą w ruchu,
- uderzenie w obiekt pływający nie będący w ruchu (statek na kotwicy, statek cumujący przy nabrzeżu),
- uderzenie w przeszkodę nawigacyjną, znak nawigacyjny, jednostki wykonujące prace hydrograficzne, pogłębiarskie itp.

Konsekwencją awarii są straty, których rodzaje zostały uprzednio wymienione.

Analizując rodzaje strat i ich wielkość na akwenach portowych, można stwierdzić, że najpoważniejsze są straty z tytułu zablokowania portu lub jego części. Ich waga wynika przede wszystkim z oceny ekonomicznej uwzględniającej tzw. „straty potencjalnych zysków”[6]. Polegają one na tym, że na skutek zablokowania portu lub jego części następuje przerwanie jego pracy. Blokada ta polega na tym, że statek, wchodząc na mieliznę, uniemożliwia ruch innych jednostek ze względu na ograniczoną szerokość akwenu (pogłębionego toru, kanału, basenu portowego).

Awaria nawigacyjna może spowodować zablokowanie nabrzeża, basenu portowego, portu lub nawet kilku portów (na przykład zablokowanie toru wodnego na wysokości Świnoujścia spowoduje wstrzymanie ruchu statków z/do Szczecina, Polic, Trzebieży).

Koszty awarii nawigacyjnej na akwencie ograniczonym można przedstawić w postaci sumy kosztów cząstkowych generowanych bezpośrednio lub pośrednio przez daną awarię [7]:

$$K = K_{ST} + K_{INFR} + K_{\acute{S}R} + K_{LAD} + K_{UPZ} + K_{PSO} + K_L \quad (11)$$

gdzie:

- K_{ST} – koszty ustalenia i usunięcia skutków wypadku dla statku,
- K_{INFR} – koszty ustalenia i usunięcia skutków wypadku dla infrastruktury portowej,
- $K_{\acute{S}R}$ – koszty zminimalizowania i usunięcia skutków wypadku dla środowiska naturalnego,
- K_{LAD} – koszty związane z ładunkiem,
- K_{UPZ} – koszty wypadku jako utrata potencjalnych zysków,
- K_{PSO} – koszty przestoju statków obcych (na redzie i w porcie),
- K_L – koszty związane z utratą zdrowia i życia ludzkiego.

3. Identyfikacja i estymacja korzyści

Korzyści wynikające z poprawy parametrów dróg wodnych można podzielić na dwie grupy: korzyści, których wielkość ekonomiczna jest możliwa do oszacowania i korzyści, których wielkość ekonomiczna jest trudna bądź niemożliwa do oszacowania. Obydwie grupy można również podzielić na:

- korzyści pewne, które będą naturalną konsekwencją poprawy pewnych parametrów drogi wodnej;
- korzyści prawdopodobne, których zaistnienie będzie uzależnione od wystąpienia innych koniecznych warunków.

Inwestycje związane z budową, modernizacją czy remontem dróg wodnych mogą przyczyniać się do uzyskania korzyści B , które można przedstawić przy pomocy następującego wzoru:

$$B = B_A + B_W + B_E + B_P \quad (11)$$

gdzie:

- B_A – korzyści wynikające ze zmniejszenia prawdopodobieństwa wystąpienia awarii nawigacyjnej,
- B_W – korzyści wynikające z możliwości wprowadzania do portu większych statków (wpływ na przepustowość portu),
- B_E – korzyści wynikające ze zmniejszenia kosztów eksploatacyjnych związanych z utrzymaniem drogi wodnej lub jej elementu,
- B_P – korzyści wynikające z poprawy wizerunku portu.

Zmniejszenie prawdopodobieństwa awarii nawigacyjnej wpływa na zmniejszenie wydatków związanych z usuwaniem jej bezpośrednich i pośrednich skutków. Korzyści te można oszacować stosując następującą formułę:

$$B_A = (P_{A1} \cdot K) - (P_{A2} \cdot K) \quad (12)$$

gdzie:

- P_{A1} – prawdopodobieństwo awarii nawigacyjnej w danym okresie czasu uwzględniające intensywność ruchu statków na danym odcinku drogi wodnej przed jej modernizacją,
- P_{A2} – prawdopodobieństwo awarii nawigacyjnej w danym okresie czasu uwzględniające intensywność ruchu statków na danym odcinku drogi wodnej po jej modernizacji,
- K – średni koszt awarii nawigacyjnej na danym odcinku drogi wodnej.

Na korzyści wynikające z możliwości wprowadzania do portu większych statków ma wpływ różnica sumarycznej efektywnej objętości statków obsługiwanych przez dany port w danym czasie przed modernizacją i szacowanej sumarycznej efektywnej objętości statków po modernizacji danego odcinka drogi wodnej oraz średni przychód wynikający z obsłużenia 1 m³ objętości statku. Możliwość wprowadzania do portu większych statków może również przynieść wymierne korzyści dla przemysłu stoczniowego (budowa większych statków), jednak korzyści te będą również zależne od tego, ile statków stoczni jest w stanie zbudować w danym okresie czasu oraz czy znajdzie odpowiednich zleceńdawców.

$$B_W = (\Sigma V_2 - \Sigma V_1) \cdot B_v + n_s \cdot B_s \quad (13)$$

gdzie:

- ΣV_1 – sumaryczna efektywna objętość statków obsługiwanych przez dany port w danym czasie przed modernizacją drogi wodnej;
- ΣV_2 – szacowana sumaryczna efektywna objętość statków obsługiwanych przez dany port w danym czasie po modernizacji drogi wodnej;
- B_v – jednostkowy średni przychód z obsłużenia 1 m³ objętości statku;
- n_s – szacowana ilość statków o takich parametrach, których budowa w danej stoczni możliwa będzie jedynie po modernizacji drogi wodnej;
- B_s – jednostkowy średni przychód z budowy 1 statku o takich parametrach, którego budowa w danej stoczni możliwa będzie jedynie po modernizacji drogi wodnej.

Korzyści wynikające ze zmniejszenia kosztów eksploatacyjnych związanych z utrzymaniem drogi wodnej lub jej elementu można oszacować jako różnicę tych kosztów przed i po modernizacji:

$$B_E = K_{e1} - K_{e2} \quad (14)$$

gdzie:

- K_{e1} – koszty eksploatacyjne związane z utrzymaniem drogi wodnej lub jej elementu przed modernizacją,
- K_{e2} – szacowane koszty eksploatacyjne związane z utrzymaniem drogi wodnej lub jej elementu po modernizacji.

Korzyści wynikające z poprawy wizerunku portu oraz wpływ inwestycji związanych z poprawą parametrów dróg wodnych na gospodarkę miasta czy regionu niestety wydają się być na tyle trudne do oszacowania, że zostały pominięte. Zagadnienia te jednak zdają się być bardzo interesującym przedmiotem przyszłych badań i analiz.

Podsumowanie

Porównując koszty i korzyści metodą NPV (*Net Present Value*), czyli zaktualizowanej wartości netto możemy otrzymać odpowiedź na następujące pytania:

1. Czy dana opcja inwestycji będzie inwestycją efektywną z ekonomicznego punktu widzenia?
2. Która z zaproponowanych alternatywnych opcji da nam najlepsze rezultaty ekonomiczne?

Rozważamy jednak w ten sposób opcje, które w mniejszym lub większym stopniu powstały w oparciu o podejście intuicyjne. „Burza mózgow” poparta wiedzą i doświadczeniem zaangażowanych specjalistów skutkuje określeniem możliwych alternatywnych opcji danej inwestycji. Można się jednak pokusić o postawienie inaczej sformułowanego pytania: Jaka jest optymalna opcja danej inwestycji? Możliwość odpowiedzi na to pytanie daje nam porównanie kosztów i korzyści z uwzględnieniem ryzyka ekonomicznego (opisane szczegółowo w [8]).

Powyższy artykuł daje podstawy do określenia i oszacowania kosztów i korzyści wynikających z inwestycji związanych z optymalizacją parametrów dróg wodnych. Należy jednak pamiętać o ograniczeniach opisanej metody wynikających z konieczności przedstawienia wszystkich elementów w formie wartości pieniężnej.

Literatura

1. Gucma S., *Analiza ryzyka nawigacyjnego jako ocena efektywności modernizacji dróg wodnych*, Maszyny i systemy transportowe. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Szczecińskiej, 2000.

2. Jajuga T., Słoński T., *Rynek kapitałowy. Finanse spółek, Długoterminowe decyzje inwestycyjne i finansowe*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław 1997.
3. Gucma S., *Inżynieria ruchu morskiego*, Okrętownictwo i żegluga. Gdańsk 2001.
4. Galor W., *The Safety of Ship Movement in Port Water Area*, Editors Brebbia & Olivetta „Maritime Engineering and Ports”. Witt Pres, Southampton, Boston 2000.
5. Gucma S., *Mathematical Model of Effects of Ship Grounding*, Proc. of VII Conference „Marine Traffic Engineering”, Szczecin 1999.
6. Włodarczyk W., Galor W., *Selected problems of navigational accident in the port water area*, IX International Scientific and Technical Conference on Marine Traffic Engineering, Szczecin 2001.
7. Włodarczyk W., *Koszty awarii nawigacyjnej na akwenie ograniczonym*, X Międzynarodowa Konferencja Naukowo – Techniczna „Inżynieria Ruchu Morskiego”, Szczecin 2003.
8. Gucma L., Włodarczyk W., *Optymalizacja kosztów przebudowy dróg wodnych z wykorzystaniem metod szacowania ryzyka*, Materiały na V Sympozjum Nawigacyjne, Gdynia 2003.

Recenzent

prof. dr inż. kpt. ż. w. Mirosław Jurdziński

Adres autora

mgr inż. Wiktor Włodarczyk

Akademia Morska w Szczecinie
Instytut Inżynierii Ruchu Morskiego
ul. Wały Chrobrego 1/2
70-500 Szczecin